

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

2000-147275

(43)Date of publication of application : 26.05.2000

(51)Int.Cl.

G02B 6/10

G02B 6/16

G02B 6/22

G02B 6/28

G02B 6/42

(21)Application number : 10-341123

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 13.11.1998

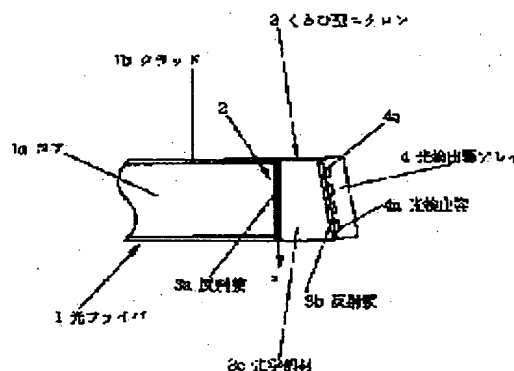
(72)Inventor : NITTA ATSUSHI
NUMAI TAKAAKI

(54) OPTICAL FIBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an optical fiber which may be easily produced, is good in operability, is usable in many applications and is formed with one or plural rectangular core portions in mid-way by forming the core portion in at least mid-way to a shape of a nearly rectangular cross section.

SOLUTION: The wavelength transmitted dependently upon an x-axis direction of a wedge type etalon 3 varies and, therefore, the individual detectors 4a to 4n of a photodetector array 4 are formed according to the different transmitted wavelengths. The fiber end face 2 is rectangular and the photodetector array 4 is arranged with the rectangular strip-like detecting regions 4a to 4n alongside each other to the rectangular shape as a whole. The shape of the core 1a of the fiber 1 is made to nearly comply with the shape of the detecting regions 4a to 4n of the photodetector array 4. Then, both may be efficiently optically coupled. The rectangular core 1a extends to nearly the entire part of the optical fiber 1 in this case. The polarization state is preserved in the core (waveguide) of such rectangular cross section and, therefore, the optical fiber is suitable for use as the polarization maintaining fiber.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

BLANK PAGE

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BLANK PAGE

【特許請求の範囲】

【請求項 1】コアとクラッドから成る光ファイバであって、少なくとも途中のコア部分がほぼ矩形断面を有することを特徴とする光ファイバ。

【請求項 2】途中のコア部分のみがほぼ矩形断面を有することを特徴とする請求項 1 記載の光ファイバ。

【請求項 3】全長に渡ってコアがほぼ矩形断面を有することを特徴とする請求項 1 記載の光ファイバ。

【請求項 4】素材がプラスチックであることを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載の光ファイバ。

【請求項 5】導波する光がマルチモードである様なコア断面の寸法を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の光ファイバ。

【請求項 6】コア断面が扁平の矩形であり、導波される光の偏波が 2 つの直交するモードから構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の光ファイバ。

【請求項 7】1 本のファイバ中で少なくとも一部において扁平矩形のコアが分離して多重に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の光ファイバ。

【請求項 8】全長に渡って扁平矩形のコアが分離して多重に形成されていることを特徴とする請求項 7 記載の光ファイバ。

【請求項 9】端部のみにおいて扁平矩形のコアが分離して多重に形成されていることを特徴とする請求項 7 記載の光ファイバ。

【請求項 10】光デバイスと結合させる光ファイバであって、光デバイスの発光あるいは受光面の形状と該光ファイバのコア断面形状がほぼ一致していることを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れかに記載の光ファイバ。

【請求項 11】光ファイバの端面に光フィルタと光検出器アレイが形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れかに記載の光ファイバ。

【請求項 12】前記光フィルタがミラー間隔が徐々に変化するファブリペロエタロンであることを特徴とする請求項 11 記載の光ファイバ。

【請求項 13】光ファイバのコアが端部において複数化され、複数化されたコアの個々のコアに夫々異なる光検出器あるいは発光デバイスが形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 12 の何れかに記載の光ファイバ。

【請求項 14】光ファイバの端面にコア径が徐々に拡大されたコア拡大部が形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 13 の何れかに記載の光ファイバ。

【請求項 15】コア断面が矩形の光ファイバから成り、2 本の光ファイバのコアが所定の厚さのクラッドを挟んで所定の長さの間だけ光結合されて形成されていることを特徴とする光ファイバ型方向性結合器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光の偏光状態を保持しながら伝送できる等の特徴を有する少なくとも途中のコア部分が 1 つ或は複数の矩形（正方形、長方形）である光ファイバに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、偏波が保持できる光ファイバでは、特開平 8-101323 号公報に記載のように、コア外周のクラッドにコアを挟むように応力付与部が設けられていた。応力付与部による応力によって、複屈折現象を用いて、コア中を伝送する光に直交する 2 つの軸を形成し、光の偏波が保持されながら伝送されるのを可能としている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例では、光ファイバのコア断面形状が円形である為に、内部に微細な構造を作製して、偏波を保持している。その為に次の様な欠点があった。1 シングルモードを保持しつつ偏波を保持する構成を導入しているの、高い作製精度が要求され、作製工程が多い。2 偏波保持ファイバへ入力光を入射する為に、偏波の軸と光ファイバの軸を合わせる必要があり、使い勝手が悪い。

【0004】よって、本発明の目的は、比較的簡単に製造できると共に使い勝手が良く、多くの用途に使用可能な、少なくとも途中のコア部分が 1 つ或は複数の矩形となった光ファイバ等を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段及び作用】上記目的を達成する為の本発明の光ファイバでは、コアとクラッドから成る光ファイバであって、少なくとも途中のコア部分がほぼ矩形断面を有することを特徴とする。ほぼ矩形の導波路では、典型的には、伝送される光の偏光状態が保存されるので、偏波保持ファイバとして用いることができる。すなわち、矩形形状のコアは、伝播する光に 2 つの独立した軸を与える作用を及ぼし、光の偏光状態を保持して伝送できる効果がある。

【0006】より具体的には以下の如き形態が可能である。途中のコア部分のみがほぼ矩形断面を有する。この構成は、後述べる光結合器等を作るのに好都合な形態である。また、勿論、全長に渡ってコアがほぼ矩形断面を有する様にもできる。これは偏波保持ファイバとして好適な形態である。

【0007】光ファイバを構成する部材を扱いやすいプラスチック（本明細書において、プラスチック光ファイバという用語は、石英系光ファイバに対して、ポリマー、合成樹脂などの様な塑性変形可能で光学的に透明な光学材料で出来ている光ファイバの意味で用いている）とすれば、プラスチックは変形が容易である性質を持ち、簡単に矩形コアを得られる。

【0008】導波する光がマルチモードである様なコア断面の寸法を有する様にもできる。複数の導波モードの

伝播が許容される光ファイバは、モードずれを主体とした結合ずれによる雑音の発生が小さいので、本発明の光ファイバ同士、あるいは、光ファイバと光デバイスの光学結合において、位置精度に対するトレランスが緩和される効果がある。

【0009】コア断面は、扁平の矩形であり導波される光の偏波が2つの直交するモードから構成される様にもできる。

【0010】また、1本のファイバ中で少なくとも一部において（全長に渡って、或は端部のみに）偏平矩形のコアが分離して多重に形成されている様にもできる（分離した個々のコアに、例えば、夫々異なる光検出器を形成する様にもできる）。

【0011】更には、光デバイスと結合させる光ファイバであって、光デバイスの発光あるいは受光面の形状と該光ファイバのコア断面形状がほぼ一致している様にもできる（例えば、光デバイスが端面発光レーザである様な場合に共に偏平矩形形状にしたり、光デバイスが円形の出力窓を持つ面発光レーザである様な場合に共に円形状にしたりする）。これらの構成では、光ファイバの端面フィールドと光デバイスの形状がほぼ一致している様に容易にでき、それぞれの光フィールドがほぼ一致せられるので、高い光学結合効率を実現できる。

【0012】光ファイバの端面に光フィルタと光検出器アレイが形成されている様にもできる。この光フィルタは、例えば、ミラー間隔が徐々に変化するファブリペロエタロンである。

【0013】また、光ファイバのコアが端面において複数化（矩形断面等の場合は多重化）され、複数化されたコア（これらの断面は矩形、円形等である）の個々のコアに夫々異なる光検出器（pinフォトダイオード等）あるいは発光デバイス（端面発光レーザ、面発光レーザ、LED等）が形成されている。

【0014】光ファイバの端面にコア径が徐々に拡大されたコア拡大部が形成されている様にもできる。端面の寸法が大きくなって取り扱い易くなる。

【0015】また、本発明の光ファイバ型方向性結合器は、コア断面が矩形の光ファイバから成り、2本の光ファイバのコアが所定の厚さのクラッドを挟んで所定の長さの間だけ光結合されて形成されていることを特徴とする。光学結合領域に矩形コアを用いて方向性結合器を構成する上記構成において、光学結合領域での矩形コアの使用は、モード間の結合を強くできる、設計が容易になるという作用があり、コンパクトな方向性結合器を実現できる効果がある。

【0016】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を説明する。

【0017】（実施例1）図1、図2は実施例1の特徴を最も良く表す図（光ファイバ1の光軸に沿った断面と

端面の図）である。同図において、1は矩形断面のコア1aとクラッド1bから成る光ファイバ（例えば、シングルモード或はマルチモードの石英系光ファイバのコア径（10μm程度から数十μm程度）と比べて桁違いに大きいコア辺1mm程度のプラスチック光ファイバ）、3aは光ファイバ1の端面2上の反射膜、3は反射膜3a、3bと対向する面が平行でない関係にある様な屈折率の楔型光学材料3cから成る楔型ファブリペロエタロン、4は反射膜3b上の複数の光検出器4a～4n（pinフォトダイオード、アバランシェフォトダイオードなど）からなる光検出器アレイである。

【0018】エタロン3を構成する光学材料3cは、図1に示す様に楔形状をしている（対向する面は殆ど平行に近いが、図では誇張して示している）。楔形状を構成する互いに平行でない面は、光検出器アレイ4の検出器4a～4nの間隔などによって決まる角度を持っている。反射膜3a、3bの反射率は、本実施例を適用するシステムが要求する波長分解能などに依存して決まるものである。光検出器アレイ4の大きさは、光ファイバ1端面側から見た図2に示す様に光ファイバ1のコア1aの大きさとほぼ同等となっている。

【0019】ここで楔型エタロン3の2つの面がなす角度（θ）及び光検出器アレイ4の光検出器4a～4nの間隔（d₀）について示す。光検出器4a～4nの数をN₀とする。また、ここでは、光ファイバ1中を伝送されて来る光は、波長多重された信号で複数の波長の光信号が伝送されているものとし、その波長間隔をΔλ、波長数をNとする。更に、光ファイバ1のコア1aの辺の長さをd_{core}とし、エタロン3内部（すなわち光学部材3c）の屈折率をnとする。

【0020】

$$\theta = \tan^{-1} \{ [(N-1) \Delta \lambda / \lambda] \cdot d_{core} / d_{00} \}$$

$$d_{00} = [1 / (N_{00} - 1)] \times d_{core} / \cos \theta$$

また、FSRをエタロン3のフリースペクトラルレンジ、エタロン3の反射率の関数（反射率に反比例する）であるフィネスをF、エタロン3の厚さ（楔形状なので一定ではないが、最も薄い部分のものとする）をd₀、λを波長多重された信号の複数の波長の中央値として、 $FSR = \lambda^2 / 2nd_0$ となり、 $FSR / (N-1) > FSR / F$ を満たす必要もある。

【0021】この様な構成を持つ楔型エタロン3においては、図1に示したx軸方向に依存して、透過する波長が異なる。そこで異なる透過波長に応じて、光検出器アレイ4の個々の検出器4a～4nが形成してある。ここでは、ファイバ端面2が、通常の円形でなく、図2（a）に示す様な矩形である特徴があり、光検出器アレイ4は、図2（b）に示す様に、短冊状の光検出領域4a～4nが並んでいて、全体として矩形となっている。ファイバ1のコア1a形状は、光検出器アレイ4の検出

領域4a~4nの形状には合わせてある(図2(a))ので、両者を効率良く光学的に結合することができる。

【0022】プラスチックがファイバ1の部材の場合、一旦円形断面で形成した後に、適当な熱を加えて、その断面形状を変形することができる。変形の結果、矩形のコア1aにした。矩形コア1aは、本実施例の場合、光ファイバ1全体にわたっている。矩形断面のコア(導波路)では、偏光状態が保存されるので、偏波保持ファイバとして用いるのに適している。

【0023】光ファイバ1中を伝送される波長多重信号が上記構成を有する受信部すなわち光ファイバ1の端面2に到達すると、楔型エタロン3により波長多重信号の各チャンネルの波長に応じて各信号はエタロン3の異なる部位に出力される。異なる部位に応じて、光検出器アレイ4の個々の光検出器4a~4nが、各チャンネルの光信号を検出して、電気信号に変換する。

【0024】本実施例では、サイズの比較的大きくて検出器と結合し易い、材料を加工し易いなどの点から短距離伝送用のプラスチック光ファイバとして説明したが、ファイバの部材は、石英系のものからプラスチック系のものまで、特に限定されるものではない。

【0025】(実施例2)図3、図4には、実施例1の変形例である実施例2を示した。図3では、光ファイバ1にコア拡大部5が接続されている構成となっている。コア拡大部5では、コア部が断面の矩形を維持しながら徐々に広がっている。コア拡大部5は、光ファイバ1中を伝送されてきた光ビームが所望の値に広がる部分である。例えば、光ファイバ1のコア1aの一辺が1mmで、それを5mmまで広げたい場合は、約20cm程度の長さの形状の構造のものである。

【0026】光ファイバ1中を伝送される光は、コア拡大部5で、自然に広がり(この様に自然に広げる為に約20cm程度のコア拡大部5の長さが必要である)、コア拡大部5の端では約5mmφの光ビームになっている。この光ビームがファブリペロエタロン13(反射膜13a、13bと対向する面が平行でない関係にある楔型光学材料13cから成る)に入力され、分波され、分波光が光検出器アレイ14の各チャンネル(各光検出器14a~14n)へ入力される。

【0027】ここでは、図4(a)に示す様に、コア拡大部5の出力端形状が縦長の長方形になった例を示した。コア拡大部5が無い場合より、長方形を扁平にすることがより容易となる。例えば、図4(b)に示した様な検出器アレイ14では、アレイ数が増加すると一方向(図4で上下方向)の長さが増加するものに有効な構成である(もう一方の寸法(図4で左右方向)は変化しない)。このように、コア拡大部5を用いることでファイバ端面形状にさらに自由度が増える特徴がある。その他の点は実施例1と同じである。

【0028】尚、コア拡大部5のコアを次の実施例3で述べる様に多重に分離した(この分離コアも徐々に拡大させる)構成とすることもできる。

【0029】(実施例3)図5は実施例3の特徴を最も良く表す図である。図5(a)は、光ファイバ21の端面を示した図である。同図において、21a、22a、23aで示した斜線部分が、それぞれ独立したコアであり、21bがクラッドである。従って、図5(a)では、1つのファイバ端に3つのコア21a、22a、23aがあることを示している。1つ1つのコアは、矩形としてある(矩形にしたことの特徴は、上記実施例で述べた通りである)。1つ1つのコア21a、22a、23aが分離されているので、各コアに応じて、ファイバ端面に光デバイスを形成することができる。

【0030】図5(b)は、図5(a)に示した構成の端面が形成された光ファイバ21の光軸方向に沿った方向の断面を示したものである。この様に全長に渡って分離した矩形のコア21a、22a、23aの構成の場合、複数チャンネルの並列伝送に用いることが簡単にできる。本実施例では、端面の大きさが約1mm角の中に、約1mm×0.25mmの矩形コア21a、22a、23aを3つ用い、入力側(光源側)では、各コア21a、22a、23aに対応して、光源(LEDあるいはLD)をバッドカップリングにより光学結合し、出力側では、各コア21a、22a、23aに対応して光検出器を形成することにより、各チャンネル(各コア21a、22a、23a)を伝送される光信号をクロストーク無く安定的に検出することができる。

【0031】尚、コアを全長に渡って複数に分離して並行的に並べた構造は、矩形コアの光ファイバにのみ適用されるものではなく、他のコア断面形状(例えば、円形状)の光ファイバにも適用され得る。場合に応じて、決めればよい。

【0032】(実施例4)図6に示す実施例4は、1つの矩形コア31aを持つ光ファイバ31の端部において図6に示す様に3つの分岐矩形コア32a、33a、34aが形成されている構成の光ファイバ31に係る。1つのファイバを多数(ここでは3つ)の出力口へ分岐する構成である。ここでは、元の光ファイバ31として、モード数が非常に多いコア辺の大きな(約1mm)ものを用いたので、分岐によるS/N比の劣化は僅かで済む。この構成の場合、1つの入力を複数の出力に分岐する、いわゆる、スターカプラとして機能できる。他の点は実施例3と同じである。

【0033】尚、コアを端部において複数に分離して並行的に並べた本実施例の構造も、矩形コアの光ファイバにのみ適用されるものではない。

【0034】(実施例5)図7は実施例5の特徴を最も良く表す図である。同図は光軸に沿った方向の断面図であり、41は第1光ファイバ、42は第2光ファイバ、

10

20

30

40

50

43は結合部、44はクラッド、45はコアである。第1光ファイバ41、第2光ファイバ42は、例えば、コア径が1mmφのプラスチック光ファイバである。構成は、2つの光ファイバ41、42のコア45を薄いクラッド44を介して結合させている。ここで、コア45は、実施例1に示したように矩形とした。

【0035】図7では、結合している長さl（エル）、間隔dの方向性結合器を構成している。結合長の長さは、 $l = \pi / (\beta_+ - \beta_-)$ で決まる長さであればよいが、光ファイバ41、42が多モードファイバの場合、各々の波長に対して偶モードの伝播定数（ β_+ ）と奇モードの伝播定数（ β_- ）が存在するので、適切な結合長さは各モードごとに異なる。従って、各モードの平均的な値とすることにより、完全に光パワーが移行することはないが、光がもう一方の光ファイバへ結合する構成がとれる。マルチモードファイバ中の各モードごとに光強度が異なるが、強度が強いモードが多いあたりの奇モード、偶モードの伝播定数により結合長を決めれば、光パワーの移行も多くなる。

【0036】本実施例によれば、コアを矩形としたことにより、2つのファイバ41、42を結合部43で構成することが、円形断面のファイバで構成するよりも容易になる。この構成では、ファイバ全体に渡って矩形コアである必要はなく、結合部43近辺だけ矩形コアであることでも同様の効果がある。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明により、比較的簡単に製造できると共に使い勝手が良く、多くの用途に使用可能な光ファイバやコンパクトな方向性結合器を実現できる。

* 30

* 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ファイバの実施例1の構成を示す光軸方向に沿った断面図である。

【図2】本発明の実施例1の光ファイバと光検出器アレイを端面方向から見た図である。

【図3】本発明の光ファイバの実施例2の構成を示す光軸方向に沿った断面図である。

【図4】本発明の実施例2の光ファイバと光検出器アレイを端面方向から見た図である。

10 【図5】本発明の光ファイバの実施例3の端面方向から見た構成と光軸方向に沿った断面の構成を示す図である。

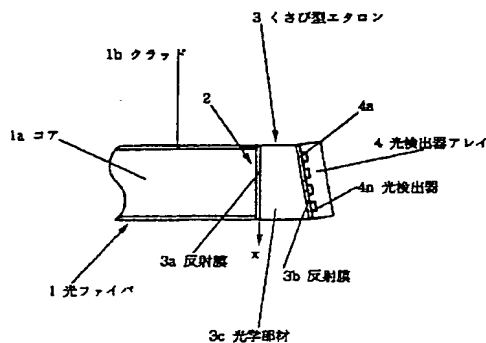
【図6】本発明の光ファイバの実施例4の光軸方向に沿った断面図である。

【図7】本発明の光ファイバを用いた結合器の実施例4の光軸方向に沿った断面図である。

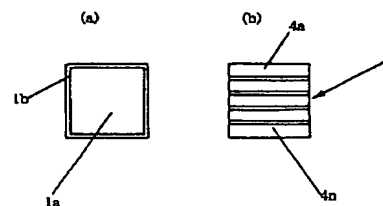
【符号の説明】

- 1、21、31、41、42 光ファイバ
- 1a、21a、22a、23a、31a、32a、33a、34a、45 コア
- 1b、21b、31b、44 クラッド
- 2 光ファイバの端面
- 3a、3b、13a、13b 反射膜
- 3c、13c 光学部材（光学材料）
- 3、13 楔型エタロン
- 4、14 光検出器アレイ
- 4a～4n、14a～14n 光検出器
- 5 コア拡大部
- 43 結合部

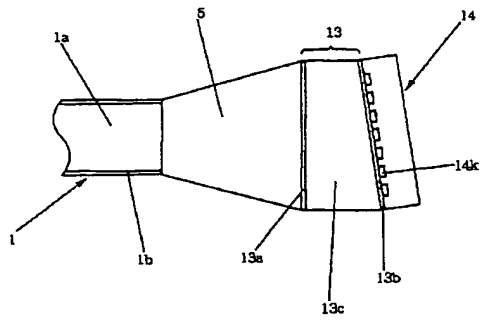
【図1】



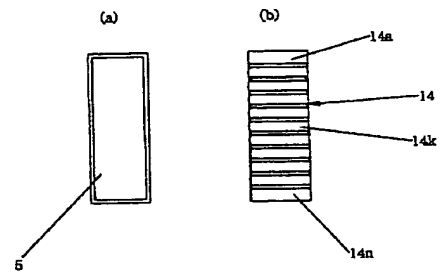
【図2】



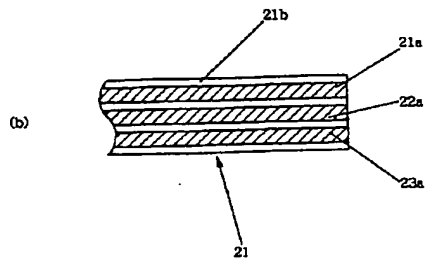
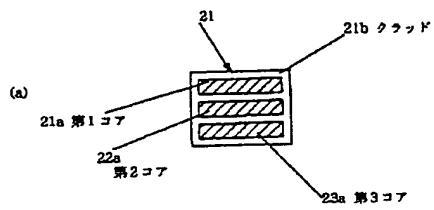
【図3】



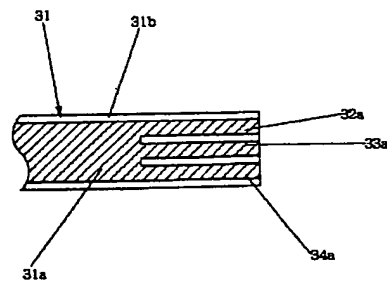
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

